

09

Texto: Guillermo Mateos y Ricardo Amils
 The International Microbiology Literacy Initiative
 gmateos@cbm.csic.es, ramils@cbm.csic.es

MicroStar: Shewa

Shewanella putrefaciens

Salto a la fama: impulsa el ciclo del hierro en el subsuelo profundo.

En las profundidades del subsuelo, donde todo está oscuro y envuelto en el misterio, existen microorganismos que luchan por sobrevivir. En este lugar rocoso con poca agua y nutrientes, los microorganismos deben encontrar la manera de subsistir, y sólo gracias a la colaboración consiguen vivir en un entorno tan extremo.

En el sur de España existe una formación geológica conocida como Faja Pirítica Ibérica (FPI) que ha sido un foco minero desde que la civilización fenicia visitó por primera vez la península. En la FPI nace un río mundialmente conocido por su color rojo intenso que le da nombre, el Río Tinto. Este río es muy ácido y tiene muchos metales pesados disueltos, pero el hierro es el que más abunda y el responsable de su color. Y no, no te va a dar superpoderes si te bañas en él.

Aunque antes se pensaba que el alto contenido en metales del río se debía a las actividades mineras, ahora se cree que los microorganismos de las profundidades son los responsables del bajo pH y la alta concentración de metales detectados en el río. Y no sólo eso, sino que estos microorganismos llevan haciéndolo más de 300-350 millones de años.

Shewa: Un origen maloliente. Cuando dejamos la comida desatendida durante demasiado tiempo, los microorganismos empiezan a comérsela. Y durante su digestión suelen producir muchos compuestos de olor fuerte, igual que hacemos nosotros en nuestros intestinos. Shewa se hizo famosa primero por ser la responsable de la putrefacción del pescado, el pollo y los productos lácteos: ¡le gusta nuestra comida! Pero hoy en día, aparte de la comida contaminada, Shewa también se encuentra en muchos otros entornos, como oleoductos, ecosistemas marinos e incluso en el subsuelo profundo. Es un ser muy versátil.

Shewa aprovecha muchas fuentes de energía diferentes. La mayoría de los organismos



Fig. 1.- Imagen del Río Tinto.

utilizan los alimentos para producir energía (vale: ¡las plantas utilizan la energía de la luz solar para producir alimentos a partir del CO₂!) y crear materiales celulares para su crecimiento. Entonces, ¿cómo puede sobrevivir este microorganismo maloliente en las profundidades de la tierra, donde escasea la comida? ¿De dónde obtiene su energía? Respiramos oxígeno y lo utilizamos para oxidar -"quemar" biológicamente- nuestros alimentos y extraer así la energía que contienen. Esto ocurre en el interior de nuestras células mediante la transferencia de electrones de un donante -el alimento- a un aceptor como el oxígeno.

Shewa transfiere electrones fuera de sus células. Pero Shewa tiene un as en la manga. A diferencia de nosotros, Shewa puede respirar un gran número de moléculas diferentes e incluso minerales. No es muy exigente con la comida y se conforma con todo tipo de alimentos, desde moléculas comunes como el nitrato hasta minerales de hierro como la magnetita, metales como el cromo y el cobalto, supermateriales

como el grafeno e incluso elementos radiactivos como el uranio. Se trata de un microorganismo extremadamente versátil. Puede utilizar casi cualquier cosa que encuentre y que le sirva de alimento mediante un mecanismo conocido como transferencia extracelular de electrones (o EET, por sus siglas en inglés).

¿Cómo es posible? Pues bien, la EET tiene lugar extracelularmente y es un mecanismo muy inespecífico, lo que significa que puede utilizar moléculas que están fuera de la célula como alimento, sin tener que trasladarlas al interior.

Shewa no tiene una, sino tres formas diferentes de transferir electrones. Shewa puede transferir electrones mediante tres mecanismos:

1. Creando largos tentáculos, denominados nanocables, cubiertos de proteínas ricas en hierro que pueden extenderse varias veces la longitud de una célula Shewa y alcanzar alimentos que se encuentran

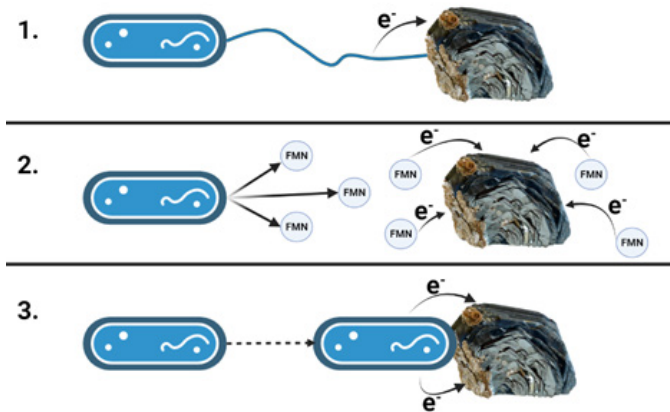


Fig. 2.- Mecanismos extracelulares de transferencia de electrones por Shewa. FMN es un tipo de flavina y significa Flavin Mono Nucleótido.

lejos; son el equivalente biológico de los cables eléctricos.

2. Produciendo un ejército de moléculas portadoras de electrones, denominadas flavinas, que libera de la célula y que transfieren los electrones a aceptores de electrones externos.

3. Entrando en contacto directo con los alimentos. Shewa también está recubierta de proteínas ricas en hierro, lo que le permite realizar la EET a través de su "piel".

Shewa comparte electrones con otros microorganismos. Shewa también puede interactuar con otros microorganismos, compartiendo electrones a través de sus proteínas superficiales de hierro, y recibiendo a cambio nutrientes que necesitan para crecer. Además, Shewa puede producir hidrógeno (H₂), que es una fuente de energía muy potente para otros microorganismos.

En definitiva, Shewa es un microbio muy útil que permite a otros microorganismos crecer en lugares donde los nutrientes podrían no estar fácilmente disponibles. El subsuelo profundo es uno de estos entornos difíciles donde Shewa puede crecer y ayudar a otros microorganismos a crecer en las diminutas bolsas que existen entre las rocas.

El hierro es esencial para los procesos vitales. El hierro es muy abundante en el subsuelo del IPB en forma de pirita y otros minerales, y también es muy importante para todos los seres vivos. Por ejemplo, los glóbulos rojos, que recogen el oxígeno de nuestros pulmones y lo distribuyen a los tejidos donde se necesita, son rojos porque contienen la proteína hemoglobina, que contiene hierro y es la molécula a la que se une el oxígeno. Pero el hierro desempeña multitud de funciones diferentes en diversas actividades metabólicas de todos los organismos, incluidos los microorganismos, a menudo en la transferencia de electrones

entre proteínas y otras moléculas celulares.

Shewa transforma el hierro insoluble de la roca en hierro soluble mediante EET. Cuando Shewa transfiere electrones de los alimentos a los minerales de hierro de la roca, convierte el hierro insoluble (Fe³⁺) en hierro soluble (Fe²⁺), lo que lo pone a disposición de otros organismos que lo necesitan.

La importancia de Shewa para nosotros.

No cabe duda de que el Shewa puede estar implicada en la putrefacción de nuestros alimentos y en la creación de los desagradables olores asociados a ella. Pero esto sólo refleja su capacidad para utilizar casi cualquier cosa como fuente de alimento porque puede llevar a cabo EET. Y esto, a su vez, es fundamental para la biosfera, que depende de la disponibilidad de hierro para muchas actividades, porque la EET promueve la disolución de diferentes minerales de hierro, liberando el hierro para su uso por otros microorganismos y, en última instancia, por nosotros.

El aumento de hierro en las aguas subterráneas podría explicar por qué Río Tinto tiene un color rojo intenso, un pH muy ácido y mucho hierro disuelto en sus aguas. Los microorganismos, como Shewa, que trabajan juntos en el subsuelo modifican el medio ambiente y han modelado el paisaje en gran medida y durante más tiempo del que los humanos han caminado sobre

¡Shewa es una poderosa MicroStar!

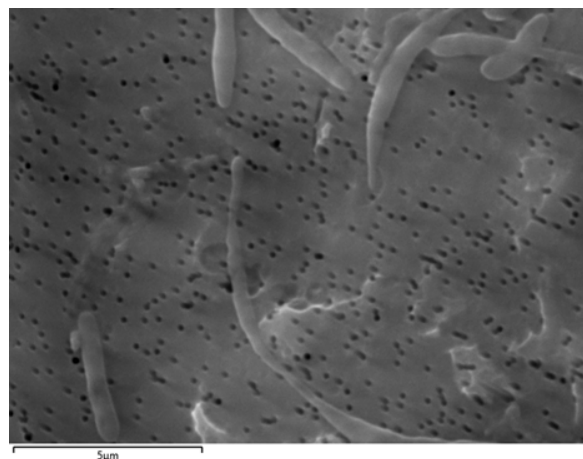


Fig. 3.- Nanocables de Shewa.